

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 31 803 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 01 D 53/94
B 01 F 5/00

②① Aktenzeichen: 101 31 803.0
②② Anmeldetag: 30. 6. 2001
④③ Offenlegungstag: 28. 5. 2003

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

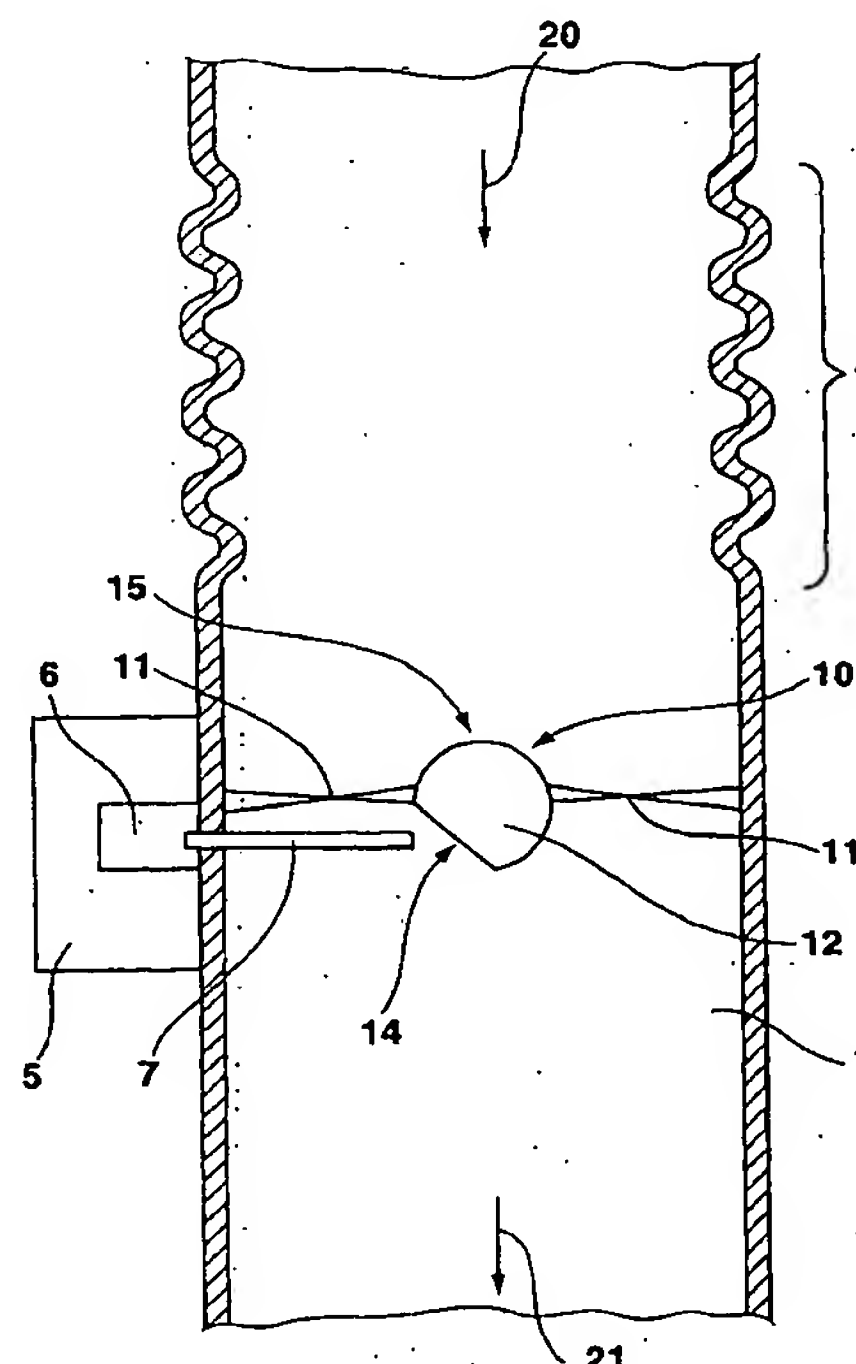
⑦② Erfinder:
Ripper, Wolfgang, 70327 Stuttgart, DE; Mahr,
Bernd, Dr., 73207 Plochingen, DE; Schaller,
Johannes, Dr., 71229 Leonberg, DE; Scharsack,
Cord, 70180 Stuttgart, DE; Prasser, Thomas, 71384
Weinstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Mischeinrichtung für eine Abgasreinigungsanlage

⑤⑦ Es wird eine Mischeinrichtung zur Mischung des in einem Abgasrohr strömenden Abgases einer Brennkraftmaschine mit einem Reduktionsmittel sowie eine Abgasreinigungsanlage mit einer solchen Mischeinrichtung vorgeschlagen, bei der ein im Abgasrohr anordenbarer Mischkörper mit einer Gasaufprallfläche und mit einer Strahlaufprallfläche vorgesehen ist, so dass aus der Brennkraftmaschine strömendes Abgas auf die Gasaufprallflächen und quer zum Abgasstrom zuführbares Reduktionsmittel auf die Strahlaufprallfläche treffen kann, wobei die Strahlaufprallfläche und die Gasaufprallfläche disjunkte Teilbereiche der Oberfläche des Mischkörpers bilden. Die Mischeinrichtung dient zu einer gleichmäßigen Verteilung des Reduktionsmittels über dem Querschnitt des Abgasrohrs sowie zu einer gleichmäßigen Vermischung mit dem Abgas.



DE 101 31 803 A 1

DE 101 31 803 A 1

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Mischeinrichtung bzw. einer Abgasreinigungsanlage nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche. Zur Entstickung des Abgases insbesondere von Dieselmotoren ist es bekannt, ein Reduktionsmittel, insbesondere eine wässrige Harnstofflösung, in den Abgastrakt einzuführen. Hierbei wird beispielsweise an einem Hydrolysekatalysator Ammoniak aus dem Harnstoff gewonnen, und das Ammoniak reagiert selektiv an einem sogenannten SCR-Katalysator mit den im Abgas enthaltenen Stickoxiden zu molekularem Stickstoff und Wasser (SCR ist eine Abkürzung für den englischen Ausdruck "selective catalytic reduction", auf Deutsch: selektive katalytische Reduktion). Zur Mischung des Reduktionsmittels mit dem Abgas ist aus der EP 08 945 23 schon eine Mischeinrichtung bekannt, die jedoch einen hohen Strömungswiderstand aufweist. Aus der DE 198 06 265 ist es bekannt, eine Platte vorzusehen, die einen Winkel von 45 Grad mit der Hauptströmungsrichtung des Abgases bildet.

Vorteile der Erfindung

[0002] Die erfindungsgemäße Mischeinrichtung bzw. Abgasreinigungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat dem gegenüber den Vorteil, das Strömungsprofil des Abgases nicht nachteilig zu beeinflussen, dem Abgas nur einen geringen Strömungswiderstand entgegenzustellen sowie eine gute Gleichverteilung des Reduktionsmittels im Abgastrakt zu gewährleisten. Darüber hinaus wird es vermieden, dass die gegenüberliegende Wand des Abgasrohrs mit Reduktionsmittel bespritzt wird; das Reduktionsmittel wird von dem auf dem Mischkörper entlangleitenden Abgasstrom mitgerissen und ausgehend vom Zentrum des Abgasrohrs gleichmäßig verteilt. Dies führt auch zu einem besseren Dynamikverhalten, da kein Reduktionsmittel von der Wand nachträglich abdampfen kann. Das Vorsehen einer Gasaufrallfläche und einer separaten Strahlaufprallfläche erlaubt darüber hinaus die Einstellung einer Strömungsführung, die eine Optimierung der Gemischbildung gewährleistet. Darüber hinaus erreicht der Reduktionsmittelstrahl den Mischkörper in allen Betriebspunkten auf der hierfür vorgesehenen und in ihrer Raumorientierung hierfür optimierbaren Strahlaufprallfläche.

[0003] Durch die in den abhängigen Ansprüchen und in der Beschreibung aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Mischeinrichtung bzw. Abgasreinigungsanlage möglich.

[0004] Werden beispielsweise als Leitschaukeln ausgebildete Verstrebungen vorgesehen, so kann der Abgasstrom zusätzlich mit einem Drall beaufschlagt werden, der in vorteilhafter Weise die Vermischung des Abgases mit dem Reduktionsmittel weiter unterstützt.

Zeichnung

[0005] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 einen Ausschnitt einer Abgasreinigungsanlage, Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Mischeinrichtung, Fig. 3 einen Ausschnitt aus einer weiteren Abgasreinigungsanlage und Fig. 4a bis c ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel.

[0006] Die Fig. 1 zeigt in einer Querschnittsseitenansicht ein Abgasrohr 1, das einen gewellten Bereich 4 aufweist. Der mit dem Bezugszeichen 20 markierte Pfeil symbolisiert den von einer Brennkraftmaschine stammenden Abgasstrom. Dem gewellten Bereich 4 nachgeordnet ist eine Mischeinrichtung 10, die einen kugelkalottenförmigen Mischkörper 12 aufweist. Dieser Mischkörper ist über zwei Leitschaukeln 11 mit dem Abgasrohr verbunden. Die Kugeloberfläche der Kugelkalotte ist dem Abgasstrom 20 zugewandt und wird im Folgenden als Gasaufrallfläche 15 bezeichnet. Eine ebene Strahlaufprallfläche 14 des Mischkörpers 12 befindet sich auf der dem Abgasstrom 20 abgewandten Seite des Mischkörpers. Auf der Höhe der Mischeinrichtung 10 ist auf der Außenseite des Abgasrohrs eine Reduktionsmittel-Dosiereinrichtung 5 montiert, deren Einspritzventil 6 ein in das Abgasrohr hineinragendes Einspritzrohr 7 mit einem Reduktionsmittel, beispielsweise Harnstoff, versorgen kann. Der Pfeil 21 markiert den Strom eines Abgas-Reduktionsmittel-Gemischs.

[0007] Die Dosiereinrichtung 5 führt dem Abgasstrom ein Reduktionsmittel zu, wobei die Zugabe dosiert mittels des Einspritzventils 6 erfolgt. Hierbei wird der Strahl des Reduktionsmittels ohne vorherige Vermischung mit Luft direkt auf die Strahlaufprallfläche 14 gerichtet. Der Flächeninhalt und die Anordnung der Fläche relativ zum Einspritzrohr 7 ist dabei so bemessen, dass unabhängig vom sich ändernden Abgasvolumenstrom das Reduktionsmittel stets auf die Strahlaufprallfläche trifft. Die sich an die Gasaufrallfläche 15 anlegende Strömung des Abgases weht das Reduktionsmittel in die Strömung und sorgt für eine optimierte Durchmischung. Die Leitschaukeln 11 erzeugen eine zusätzliche Drallströmung im Abgasstrom, um die Vermischung des Reduktionsmittels mit dem Abgas zusätzlich zu fördern. Das so entstehende Abgas-Reduktionsmittel-Gemisch 21 strömt in einem nachfolgend angeordneten, nicht näher dargestellten SCR-Katalysator zur Entstickung des Abgases. Der gewellte Bereich 4, den der Abgasstrom 20 vor Erreichen der Mischeinrichtung durchläuft, erzeugt Turbulenzen im strömenden Gas, die die Vermischung von Abgas und Reduktionsmittel ebenfalls zusätzlich unterstützen.

[0008] In einer alternativen Ausführungsform kann die Mischeinrichtung 10 auch zur Vermischung des Abgases mit nachmotorisch in den Abgastrakt eingespritzten Kraftstoff verwendet werden, um in Verbindung mit nachgeordneten Katalysatoren und/oder Partikelfiltern eine effektive Abgasnachbehandlung durchzuführen. Der gewellte Bereich 4 kann in einfachen Ausführungsformen auch weggelassen werden, ebenso können die Verstrebungen als Stangen oder Metallbänder ohne Leitschaukeln ausgebildet sein.

[0009] Die Mischvorrichtung kann auch so angeordnet sein, dass die Strahlaufprallfläche dem Abgasstrom zugewandt ist, so dass die Strahlaufprallfläche auf der dem Abgasstrom zugewandten Seite der Mischvorrichtung mit dem Reduktionsmittelstrahl beaufschlagt werden kann.

[0010] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine Mischeinrichtung ähnlich zu der in Fig. 1 abgebildeten Einrichtung, bei der jedoch statt zwei vier als Leitschaukeln 11 ausgebildete Verstrebungen vorgesehen sind. Diese Verstrebungen sind nicht unmittelbar mit dem Abgasrohr, sondern mit einem Metallband 30 verbunden, das den Mischkörper 12 kreisförmig umläuft. In der gezeigten Darstellung ist das Metallband nur als Linie zu erkennen. Der Radius des geschlossenen Metallbandumlaufs ist dabei so gewählt, dass die Mischeinrichtung passgenau in das Abgasrohr eingeführt werden kann und lediglich das Metallband noch mit Nieten oder Schrauben oder durch Verschweißen im Abgasrohr be-

festigt werden muss.

[0011] Die Mischeinrichtung nach Fig. 2 übt die gleiche Funktion aus wie die nach Fig. 1, lediglich die Art der Montage ist etwas variiert. In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist es vorgesehen, das Metallband 30 in Form eines Abgasrohrabschnitts auszubilden, in das bereits das Einspritzrohr 7 integriert ist, so dass bei der Montage lediglich noch die Mischeinrichtung mit den jeweiligen Abgasrohren sowie mit der Dosiermitteleinrichtung verbunden werden muss.

[0012] Fig. 3 zeigt eine Abgasreinigungsanlage, bei der der Mischkörper 112 nicht eine Kugelkalottenform sondern eine Kegelkalottenform aufweist. Die Spitze des Kegels ist etwas abgerundet; sie bildet die dem von der Brennkraftmaschine kommenden Abgas zugewandte Gasaufprallfläche 115 des Mischkörpers 112. Die ebene Strahlaufprallfläche 114 ist ebenfalls wie bei der Kugelkalotte als Abfräsung eines kegelförmigen Grundkörpers darstellbar.

[0013] Im Vergleich zu einem kugelkalottenförmigen Grundkörper weist der Mischkörper 112 einen weiter verringerten Strömungswiderstand auf und gewährleistet weiterhin eine gleichmäßige Verteilung des Reduktionsmittels und dessen Vermischung mit dem Abgas.

[0014] Fig. 4 zeigt im Teilbild a) eine Querschnittsseitenansicht auf eine Mischeinrichtung mit einem im Inneren eines Abgasrohrs angeordneten, im Folgenden als Prallvorrichtung 132 bezeichneten Mischkörper, der mittels einer im Folgenden als Haltevorrichtung 130 bezeichneten Verstrebung an der Seitenwandung 1 des Abgasrohrs befestigt ist. In den Teilbildern b) und c) sind die im Teilbild a) mit den Bezugszeichen 136 beziehungsweise 138 versehenen Schnitte dargestellt. Sowohl die Haltevorrichtung als auch die Prallvorrichtung bilden zum von der Brennkraftmaschine strömenden Abgasstrom 20 hin eine gewölbte Fläche bzw. eine gewölbte Gasaufprallfläche 160, entlang der das Abgas mit niedrigem Strömungswiderstand an der Mischeinrichtung vorbeigeleitet werden kann. Während die Haltevorrichtung einen im Wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt aufweist und von der Abgasrohrwandung ausgehend quer zum Abgasstrom in das Abgasrohr hineinragt, hat die Prallvorrichtung 132 die Form einer Schaufel, auf deren Innen- oder Strahlaufprallfläche 161 der aus der Austrittsöffnung 133 mit einem Winkel 140 gegen den Abgasrohrquerschnitt austretende Reduktionsmittel-Schnurstrahl 134 auf treffen kann. Der Endbereich 153 der Prallvorrichtung ist mit einem kleinen Winkel 142 gegen die Richtung des Abgasstroms 20 geneigt, der zwischen 0 und 30 Grad liegt. Die Randzonen 154 und 155 der Halte- beziehungsweise der Prallvorrichtung weisen kleine Winkel 150 beziehungsweise 152 relativ zur Strömungsrichtung 20 des Abgases auf, die typischerweise zwischen 0 und 30 Grad betragen.

[0015] Die Mischeinrichtung nach Fig. 4 gewährleistet eine gleichmäßige Verteilung des Reduktionsmittels im Abgasrohr, indem der über das Einspritzventil 6 dosierte Reduktionsmittel-Schnurstrahl auf die Prallvorrichtung gespritzt wird. Die Schwankungsbreite des Winkels 140 je nach Stärke der Abgasströmung wird durch die gewölbte Ausführung der Haltevorrichtung 130 und durch einen kleinen Winkel 150 der Randzone der Haltevorrichtung relativ zum Abgasstrom klein gehalten. Auch die dem Abgasstrom zugewandte Seite der Prallvorrichtung weist im Bereich der Randzone 155 beziehungsweise im Endbereich 153 kleine Winkel 142 bzw. 152 auf. Eine derartige Ausformung der Prallvorrichtung verhindert, dass der Abgasstrom das Reduktionsmittel von der Innenseite der Prallvorrichtung in Richtung Abgasrohrwand befördert. Damit wird eine unerwünschte Benetzung der Auspuffwand mit Reduktionsmittel unterbunden.

[0016] In einer alternativen Ausführungsform bestehen die Halte- und/oder die Prallvorrichtung aus einem Lochblech mit dem Zweck, die Abgasturbulenz zu erhöhen und so die Größe der entstehenden Reduktionsmitteltropfen zu verringern.

Patentansprüche

1. Mischeinrichtung zur Mischung des in einem Abgasrohr strömenden Abgases einer Brennkraftmaschine mit einem Reduktionsmittel, mit einem im Abgasrohr anordenbaren Mischkörper, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mischkörper (12; 112; 132) eine Gasaufprallfläche (15; 115; 160) und eine Strahlaufprallfläche (14; 114; 161) aufweist, so dass aus der Brennkraftmaschine strömendes Abgas auf die Gasaufprallfläche und quer zum Abgasstrom zuführbares Reduktionsmittel auf die Strahlaufprallfläche treffen kann, wobei die Strahlaufprallfläche und die Gasaufprallfläche disjunkte Teilbereiche der Oberfläche des Mischkörpers bilden und die Strahlaufprallfläche (14; 114; 161) und die Gasaufprallfläche (15; 115; 160) sich auf gegenüberliegenden Seiten des Mischkörpers befinden.
2. Mischeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasaufprallfläche gewölbt ist.
3. Mischeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkörper so angeordnet werden kann, dass die Strahlaufprallfläche (14; 114; 161) durch einen Oberflächenbereich des Mischkörpers (12; 112; 132) abgasstromabwärts der Gasaufprallfläche gebildet ist.
4. Mischeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasaufprallfläche (15; 115; 160) so orientierbar ist, dass sich ein auf sie gerichteter Abgasstrom unter einem kleinen Winkel (152), insbesondere unter einem Winkel von 0 bis 30 Grad relativ zur Hauptrichtung (20) des Abgasstroms wieder von ihr lösen kann.
5. Mischeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasaufprallfläche (15; 115) durch die Oberfläche eines sich in Strömungsrichtung zentrisch verjüngenden Teils des Mischkörpers (12; 112) gebildet ist.
6. Mischeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkörper (12; 112) eine Kugel- oder eine Kegelkalottenform aufweist.
7. Mischeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasaufprallfläche (15; 115) die Form eines Kugeloberflächenausschnitts oder eines Ausschnitts der Oberfläche eines Kegels, insbesondere eines an der Spitze abgerundeten Kegels, aufweist.
8. Mischeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkörper (132) eine Schaufelform aufweist.
9. Mischeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Halte- und/oder die Prallvorrichtung die Räume vor und hinter der Mischeinrichtung verbindende Löcher aufweisen, insbesondere, dass die Halte- und/oder die Prallvorrichtung aus einem Lochblech aufgebaut sind.
10. Mischeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkörper über mindestens eine Verstrebung (11; 130) an der Wandung des Abgasrohrs befestigt ist.
11. Mischeinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Verstrebung als Leitschaufel (11) ausgebildet ist.

12. Mischeinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Verstrebung als gewölbte Haltevorrichtung (130) ausgebildet ist.

13. Mischeinrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Verstrebung (11; 130) an ihrem dem Mischkörper abgewandten Ende mit einem den Mischkörper kreisförmig umlaufenden Metallband (30) verbunden ist.

14. Abgasreinigungsanlage zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine, mit einem Abgasrohr, einer Einrichtung zur Zufuhr eines Reduktionsmittels in das Abgasrohr und einer Mischeinrichtung zur Vermischung des Abgases mit dem Reduktionsmittel, wobei die Mischeinrichtung einen im Abgasrohr anordenbaren Mischkörper aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkörper (12; 112; 132) eine Gasaufprallfläche (15; 115; 160) und eine Strahlaufprallfläche (14; 114; 161) aufweist, so dass aus der Brennkraftmaschine strömendes Abgas auf die Gasaufprallfläche und quer zum Abgasstrom zuführbares Reduktionsmittel auf die Strahlaufprallfläche treffen kann, wobei die Strahlaufprallfläche und die Gasaufprallfläche disjunkte Teilbereiche der Oberfläche des Mischkörpers bilden, die Strahlaufprallfläche (14; 114; 161) und die Gasaufprallfläche (15; 115; 160) sich auf gegenüberliegenden Seiten des Mischkörpers befinden und die Gasaufprallfläche gewölbt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

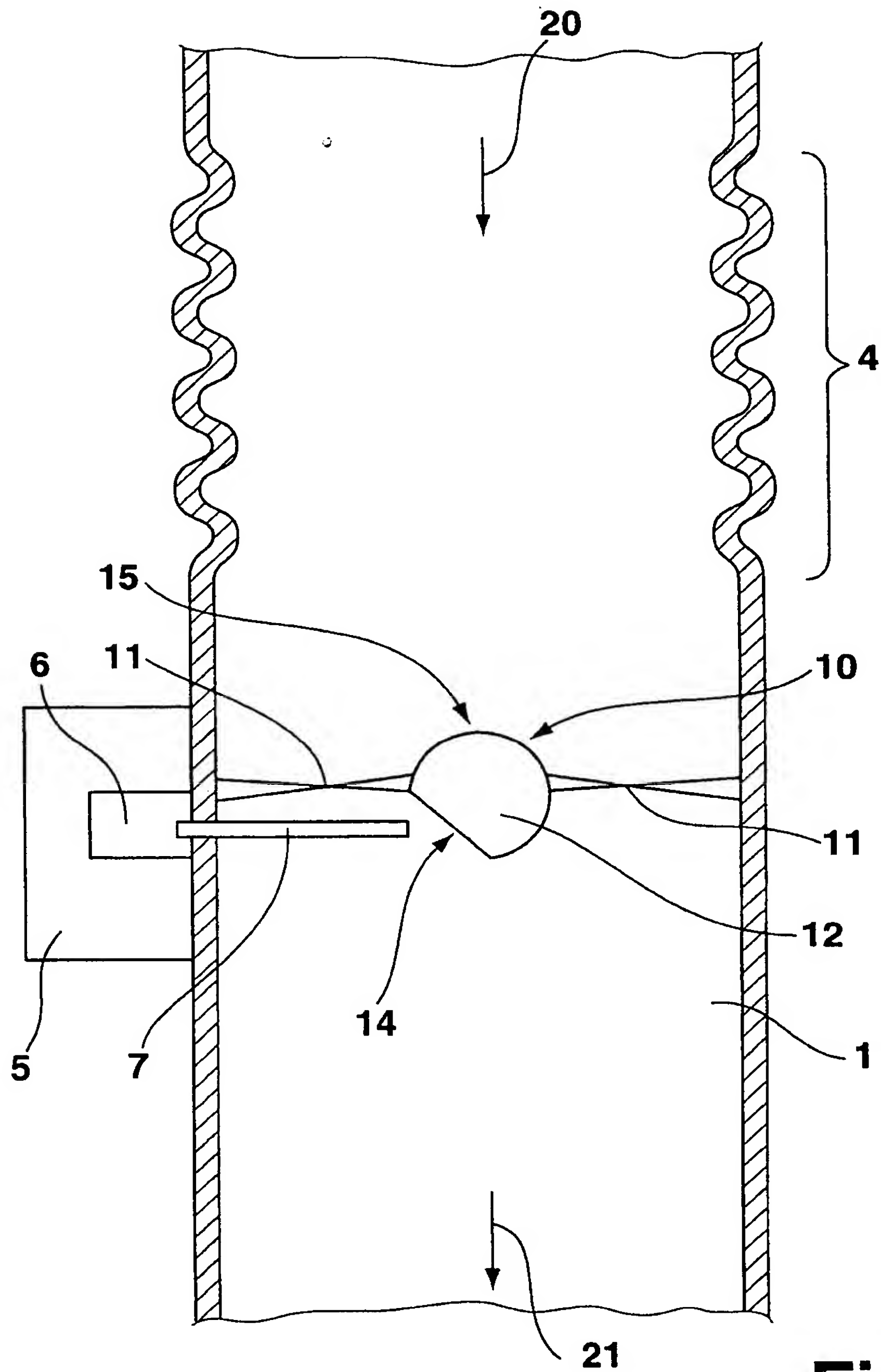


Fig. 1

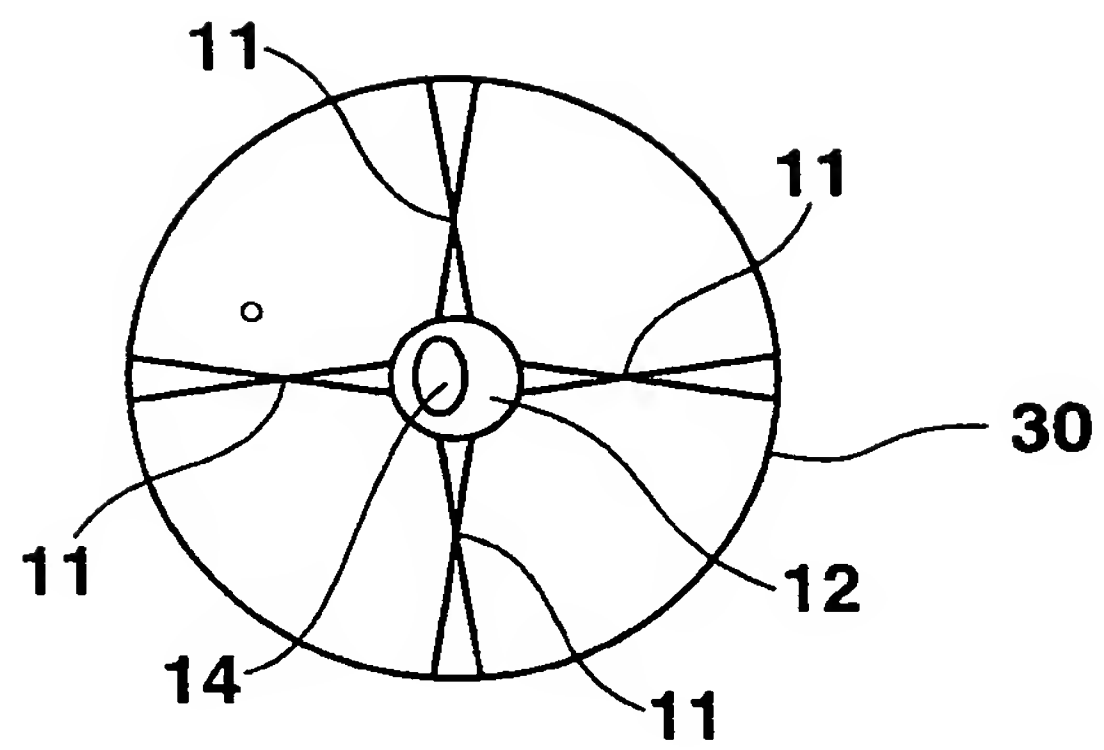


Fig. 2

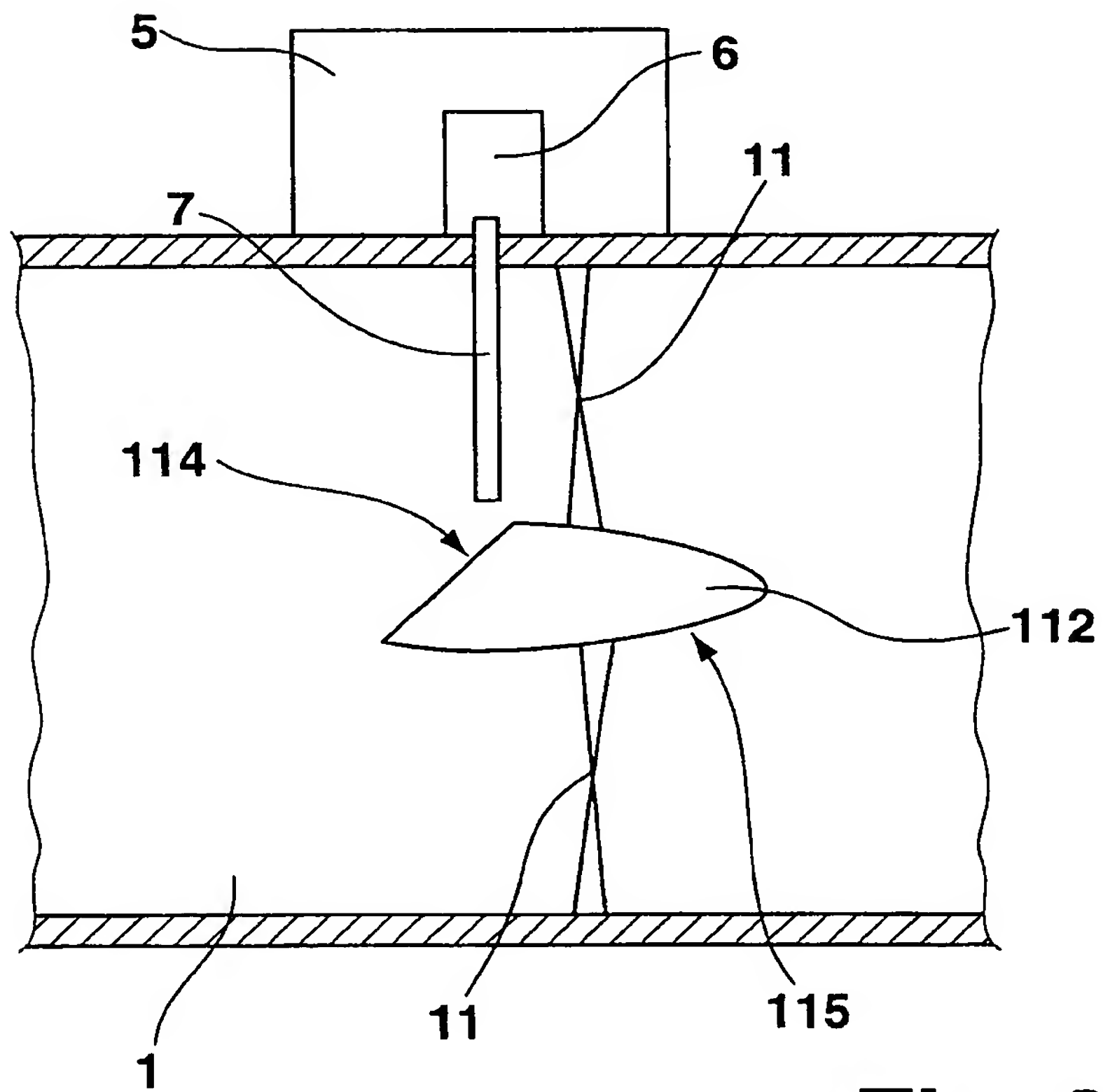


Fig. 3

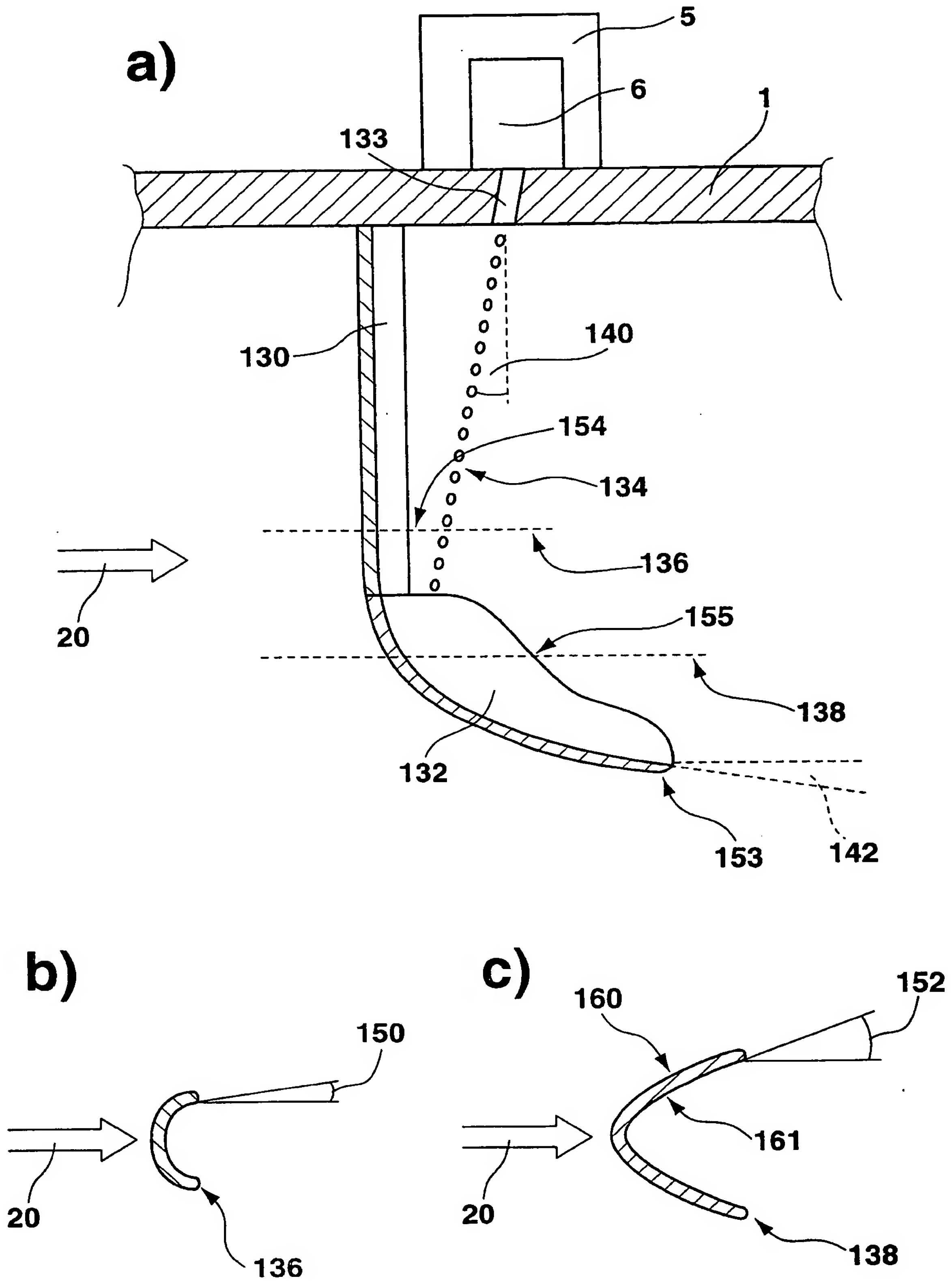


Fig. 4